

## MEDIÇÃO DO RUÍDO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDRÁULICAS SANITÁRIAS

REFERÊNCIA PACS: 43.50.Jh

José Geraldo Querido  
Universidade Guarulhos  
Rua Plínio Marcondes Cabral, 40  
12.410.410 – Pindamonhangaba – SP. Brasil  
Tel/Fax: (0xx12) 2422637  
e-mail: [querido@iconet.com.br](mailto:querido@iconet.com.br)

### ABSTRACT

To study this problem, simulations of the flow in a typical sanitary environment were made, using a lavatory as one of the representative plumbing noise sources, in the hydraulic tower of the Plumbing Installation Laboratory of the Polytechnic School at The University of São Paulo. In the work presentations the results of noise measurements in a environment of prolonged staying, contiguous to the source of plumbing noise. Correlations of relative sound pressure level dB(A) with supply pressures, flow rate and superficial density of partitions for simple faucets. It is proposed a formulation for the prediction of plumbing noise according to the type of fixture, pressure and flow rate, layout of the installation, type of partition and the acoustical characteristics of the receiving room.

### RESUMO

Desenvolveu-se simulações de escoamento em um ambiente sanitário com configuração típica (lavatório com torneira), instalado na Torre Hidráulica do Laboratório de Instalações Prediais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sendo apresentado como resultado das medidas do nível de pressão sonora em um ambiente de permanência prolongada contíguo ao de origem dos ruídos hidráulicos, correlação do nível de pressão sonora em dB(A) com a pressão hidráulica, vazão de água e densidade superficial da parede. Também é proposto uma formulação para o prognóstico do ruído de instalações prediais hidráulicas sanitárias em função do tipo de equipamento, pressão hidráulica, vazão de água, disposição da instalação, tipo de parede e características acústicas do recinto de recepção.

### INTRODUÇÃO

Um indivíduo, nas suas relações com o ambiente físico, experimenta, entre outras, sensações térmicas, visuais, sonoras, olfativas, táteis e espaciais.

Os sentidos humanos estão capacitados para funcionar dentro de certas condições ambientais, denominadas condições de conforto. A discussão sobre tais aspectos assume significado maior em função das próprias características biofisiológicas do ser humano. Atividade, fadiga e repouso constituem o ciclo vital diário dos seres vivos. Assim, todas as variáveis do conforto ambiental são manipuladas através do edifício na tentativa deste fornecer ao usuário, as melhores condições de uso ou habitabilidade possível, dentre as parcelas do ciclo vital, ou seja, o atendimento de suas necessidades.

Tais necessidades serão explicitadas através dos requisitos de desempenho, que é “a formulação qualitativa das propriedades a serem alcançadas pelo edifício, ou suas partes, de maneira a atender determinadas necessidades do usuário”.

Para que a necessidade de conforto acústico de uma edificação seja satisfeita, é preciso abordá-la sob dois aspectos, ou melhor, requisitos de desempenho. Um dos requisitos de desempenho refere-se ao uso propriamente dito da edificação, isto é, aquele que visa o condicionamento acústico do ambiente em função de um bom entendimento e compreensão dos sons julgados úteis, qual seja, o controle do comportamento do som na promoção de uma boa audição. O outro requisito de desempenho refere-se: à resistência (proteção passiva) que a mesma deverá oferecer aos desgastes, aqui entendido como os fatores que provoquem a deterioração do padrão da edificação; e ao desequilíbrio (falta de proteção ativa) produzido sobre o meio ambiente construído, quando do uso propriamente dito dos serviços da edificação. Assim, deve-se promover o isolamento contra os sons indesejáveis, isto é, impedir que sons produzidos exteriormente ao edifício, bem como aqueles originados em seu interior, adentrem em locais diferentes daquele onde está sendo gerado e comprometam as condições consideradas boas para descanso ou trabalho. A presente pesquisa focaliza o segundo aspecto quando se propõe a tratar de ruídos das instalações prediais hidráulicas sanitárias.

Dentro do requisito de desempenho da edificação identificado como conforto acústico, no que se refere à resistência aos desgastes e ao equilíbrio com o meio ambiente, espera-se que as instalações prediais hidráulicas sanitárias, não produzam ruídos com nível de pressão sonora acima daqueles estabelecidos para os ambientes circunvizinhos àquele em que estão inseridos. Assim, deve-se levar em conta:

- A localização de componentes, em relação ao ambiente que se quer proteger;
- O escoamento de água e despejos sanitários nas tubulações;
- Os níveis de ruídos causados pelos componentes do sistema de suprimento de água;
- Os níveis de ruídos causados pelo sistema de equipamento sanitário (impacto, entrada e saída de água).

## **COLOCAÇÃO GERAL DO PROBLEMA**

Diversas são as fontes causadoras de ruído nas instalações prediais hidráulicas sanitárias. Em edifícios, desde o recalque para o reservatório superior, até o sistema de esgotos sanitários, existem muitas condições geradoras de ruído. Vibrações do sistema de recalque de água, que se propagam através da estrutura, escoamento de água por curvas, cotovelos, registros, fechamento repentino dos componentes, choque da água com as superfícies dos equipamentos de utilização como cubas, lavatórios, banheiras e pias; escoamento de água pela bacia sanitária, ralos e sifões, tubulação de esgotos; deslocamento de bolsões de ar pelas tubulações, além de outras, são contribuintes nos níveis de ruído.

O ruído gerado não restringe-se somente ao ambiente sanitário, como também poderá causar incômodo aos aposentos contíguos e mesmo à apartamentos vizinhos, aguçando os problemas e constrangimentos de vizinhança. Pois que, além do desconforto e embaraço, causam uma completa invasão da privacidade de outrem; muito mais talvez do que outros ruídos de origem doméstica.

Apesar de inúmeras queixas, muito pouco se tem feito para minimizar este desagradável problema, também agravado pelo emprego cada vez mais intenso de materiais de construção impróprios do ponto de vista acústico, que tornam mais evidentes as características acústicas desfavoráveis das instalações prediais hidráulicas sanitárias.

Grande parte destas situações geradoras de ruído poderão ser evitadas com um projeto abrangente, onde sejam levados em consideração requisitos e critérios de desempenho que proporcionem conforto acústico, com execução responsável das instalações prediais hidráulicas sanitárias; bem como, com o emprego de materiais, componentes e aparelhos com características controladas.

Porém o atendimento desses requisitos só poderá sofrer uma avaliação confiável, através do emprego de critérios e métodos de verificação aplicados sobre o sub-sistema correspondente.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO DO TRABALHO**

Desenvolver um modelo pragmático de medida de ruídos em instalações prediais hidráulicas sanitárias, utilizando-se de arquétipo construído na Torre Hidráulica do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Desta forma, procurou-se:

- Investigar a influência da topologia da instalação predial hidráulica sanitária, no ambiente sanitário, sobre o nível de pressão sonora em ambientes contíguos;
- Identificar as origens das várias parcelas que compõem o nível de pressão sonora de uma instalação predial hidráulica sanitária;
- Caracterizar as parcelas geradoras de ruídos na instalação predial hidráulica sanitária;
- Estabelecer prognóstico do nível de pressão sonora de uma instalação predial hidráulica sanitária.

### **FORMULAÇÕES INFERIDAS**

Observando os valores obtidos, pode se dizer que o nível de pressão sonora ou o ruído de uma instalação predial hidráulica sanitária, pode ser representado através das parcelas que o compõe; e estas também, podem ser expressas como uma função das variáveis que se afetam; tais como pressão hidráulica de serviço, vazão do equipamento, massa das partições, etc., o que será apresentado a seguir.

### **EQUACIONAMENTO DAS PARCELAS DO RÚIDO DA INSTALAÇÃO**

Em instalações prediais hidráulicas sanitárias onde se tem um fluxo de fluido através de equipamentos e dutos, muitas vezes, pode-se dizer que a maior influência no ruído conseqüente depende da potência sonora irradiada pelo aparelho, para certas condições de referência, mais as correções, em função de valores diferentes daqueles de referência, da vazão e da pressão, a que seja submetida a instalação. Desta forma, e levando-se em consideração a semelhança com outros tipos de instalações, é proposto para o caso do aparelho hidráulico, aqui representado por uma torneira:

$$L_F = L_{AG} + 10\log(Q/Q_0)^x + \log(P/P_0)^d$$

Onde:

$L_F$  = nível de pressão sonora devido ao aparelho hidráulico,

$L_{AG}$  = nível de pressão sonora do aparelho, para as condições de referência  $Q_0$  e  $P_0$ ,

$Q$  = vazão na instalação,

$Q_0$  = vazão de referência na instalação.

$P$  = pressão estática atuante na instalação.

$P_0$  = pressão estática de referência na instalação,

$x$  = expoente da razão de vazão para o aparelho hidráulico,

$d$  = expoente da razão de pressão para o aparelho hidráulico.

Ainda no caso de um fluxo fluido, reportando-se às equações de Bernoulli e da continuidade, para o caso da tubulação da instalação hidráulica na obra, a vazão livre de um fluido através de um conduto forçado, é função da velocidade de escoamento através do conduto, que por sua vez, depende da energia disponível, no caso a pressão. Desta forma, propõe-se que a parcela de ruído devido a tubulação da instalação possa ser representada por:

$$L_{pi} = L_{pi0} + 10 \log (V_{pi} / V_{pi0})^B$$

Onde:

$L_{pi}$  = nível de pressão sonora devido a tubulação da instalação,

$L_{pi0}$  = nível de pressão sonora devido a tubulação da instalação, para as condições de referência  $V_{pi0}$ ,

$V_{pi}$  = velocidade na tubulação,

$V_{pi0}$  = velocidade de referência na tubulação,

$B$  = expoente da razão de velocidade para a tubulação da instalação predial hidráulica sanitária.

Também o impacto da entrada de água, em um equipamento sanitário, com o receptáculo cheio ou vazio, poderá alterar o nível de pressão sonora final da instalação, sendo esta parcela influenciada preponderantemente pela velocidade do jato de água, conseqüentemente através da vazão correspondente à mesma,

$$L_J = L_{J0} + 10 \log (V_J / V_{J0})^k$$

Onde:

$L_J$  = nível de pressão sonora devido ao impacto do jato d'água no equipamento,

$L_{J0}$  = nível de pressão sonora devido impacto do jato d'água no equipamento, para as condições de referência  $V_{J0}$ ,

$V_J$  = velocidade de referência do jato d'água impactante no equipamento,

$V_{J0}$  = velocidade de referência do jato d'água impactante no equipamento,

$k$  = expoente da razão de velocidade para o jato d'água impactante no equipamento hidráulico .

A determinação do ruído de esvaziamento que depende das características físicas do equipamento (forma da cuba do lavatório) e da tubulação de esgotamento, é quase sempre tomado como um valor constante (de pico):

$$L_{ept}$$

Onde:

$L_{ept}$  = valor medido (pico), para o esvaziamento.

Baseando-se na formulação para perdas na transmissão sonora e lei da massa, também é possível dizer, que a densidade superficial da partição, tem uma influência considerável na irradiação do ruído, gerado pela instalação predial hidráulica sanitária, ou seja; o ruído da instalação é afetado pela densidade superficial da parede entre os ambientes considerados, propondo-se para sua avaliação a expressão:

$$10\log ( M / M_0 )^u$$

Onde:

M = densidade superficial da partição,

M<sub>0</sub> = densidade superficial de referência para a partição,

U = expoente da razão de massa para a parede divisória do ambiente sanitário e o de permanência prolongada.

À absorção sonora devido a natureza das partições, também afetará o nível de pressão sonora, isto é, o ruído da instalação segundo a expressão:

$$10\log ( A / A_0 )$$

Onde:

A = absorção sonora da sala de recepção em m<sup>2</sup> (sabine),

A<sub>0</sub> = absorção sonora de referência (10 m<sup>2</sup> sabine ).

As características do projeto, do ambiente sanitário, tais como a distribuição dos equipamentos, geometria do ambiente, materiais empregados, além de outras, torna muito complexo a modelagem da transmissão sonora entre o ambiente de origem e o ambiente receptor, isto é, os caminhos alternativos da transmissão sonora (flanking transmission). Uma forma de levar-se em consideração tais influências é adotar o conceito de, ambiente acusticamente favorável e acusticamente desfavorável, a partir do qual torna-se possível estabelecer um fator de correção em função da topologia do banheiro, ou seja:

$$D_{\text{layout}} = X$$

Onde:

D<sub>layout</sub> = fator de correção devido a distribuição dos equipamentos no banheiro,

X = valor numérico do fator de correção.

### **FORMULAÇÃO PROPOSTA PARA O PROGNÓSTICO DO RUÍDO DE INSTALAÇÃO PREDIAL HIDRÁULICA SANITÁRIA**

Propõe-se, com equações propostas e já apresentadas, a seguinte formulação para o prognóstico de ruído de instalações prediais hidráulicas sanitárias, isto é, qual deverá ser o nível de pressão sonora esperado de uma instalação, quando se conhece as características de projeto, dos equipamentos e dos materiais a serem entregados, bem como se a disposição é acusticamente favorável ou desfavorável. Tem se então:

$$L_p = 10\log[10^{(0,1L_F)} + 10^{(0,1L_{pi})} + 10^{(0,1L_J)} + 10^{(0,1L_{ept})}] + 10\log(M / M_0)^u + 10\log(A / A_0) + D_{\text{layout}}$$

Onde:

$L_p$  = nível de pressão sonora total da instalação, causado pelo ruído, na sala de recepção,

$L_F$  = nível de pressão sonora devido ao aparelho hidráulico,

$L_{pi}$  = nível de pressão sonora devido a tubulação da instalação,

$L_J$  = nível de pressão sonora devido ao impacto do jato d'água no equipamento,

$L_{ept}$  = nível de pressão sonora devido ao esvaziamento do equipamento ( $L_{empting}$ ),

$M$  = densidade superficial da partição,

$M_0$  = densidade superficial de referência,

$A$  = absorção sonora da sala de recepção,

$A_0$  = absorção sonora de referência,

$D_{layout}$  = fator de correção devido a distribuição dos equipamentos no banheiro.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao final do presente trabalho, pode-se inferir que:

- o modelo proposto poderá vir a ser uma ferramenta importante no projeto de instalações prediais hidráulicas sanitárias e do próprio edifício;
- terá grande valia na melhoria do conforto dos usuários, relacionado tanto às instalações prediais hidráulicas sanitárias, bem como ao próprio desempenho acústico do edifício;
- apresenta facilidade de aplicação, bastando para tanto, que os produtos e equipamentos a serem empregados na edificação tenham suas características técnicas relacionadas ao assunto conhecidas;
- contribui para o aprimoramento técnico e normativo, quando demonstra que o ruído das instalações prediais hidráulicas sanitárias tem como suas mais importantes origens o aparelho hidráulico e o equipamento de utilização pelo usuário, e não propriamente a velocidade da água através das tubulações;
- permite o prognóstico do nível de pressão sonora da instalação em diversos pavimentos, em função somente da variação da pressão esperada para a instalação.